

Comment la plage de déflexion influe-t-elle sur les performances des rondelles ressort ?

par John Leckfor, ingénieur applications
SPIROL International Corporation, U.S.A.

Les rondelles ressort sont des pièces coniques conçues pour offrir des performances prévisibles et répétables. Elles peuvent être utilisées soit pour appliquer une charge statique, où la charge est constante, soit dans des situations dynamiques, où la rondelle ressort subit des chargements et déchargements répétés. Pour concevoir correctement un système utilisant des rondelles ressort, il est essentiel de comprendre comment les valeurs de charge influent sur les performances.

Les ressorts sont différents des autres composants d'assemblage; ils sont conçus pour se déformer sous charge (déflexion) et emmagasiner de l'énergie mécanique. La déflexion d'une rondelle ressort est prévisible, ce qui permet de donner une estimation du cycle de vie d'une rondelle ressort dans un montage.

La performance optimale d'une rondelle ressort est atteinte quand la déflexion de travail est maintenue entre 15% et 75% de la déflexion totale. C'est dans cette plage que les résultats mesurés correspondent le plus aux valeurs théoriques des rondelles ressort (*Figure 1*).

Dans la plage basse (moins de 15% de la déflexion totale), la courbe de valeurs mesurées dévie de la courbe théorique en raison de contraintes résiduelles. Dans la partie centrale de la courbe, correspondant à la plage de travail normale d'une rondelle ressort, les valeurs mesurées et théoriques sont très similaires. Lorsque la déflexion augmente au-delà de 75% de la déflexion totale, la force du bras de levier diminue et l'écart par rapport aux valeurs théoriques augmente rapidement. C'est pour cette raison que la prévisibilité du ratio force/déflexion est réduite à la plage de fonctionnement normal de la rondelle ressort.

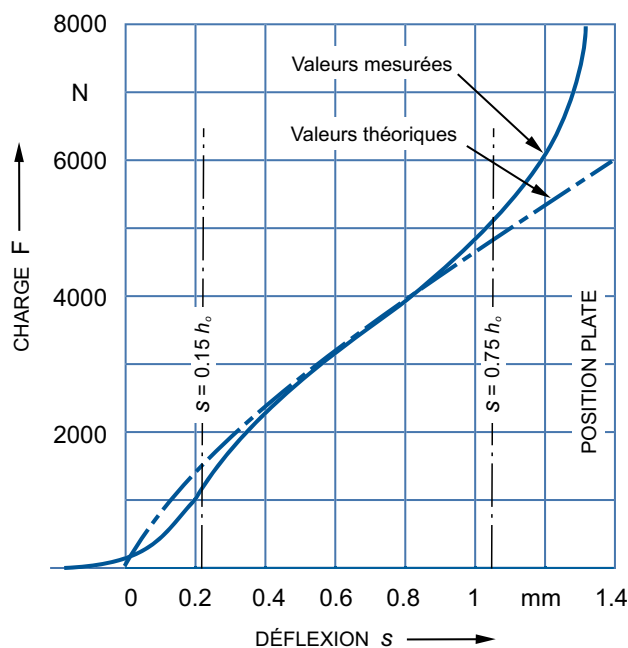


Figure 1: EN 16983, Groupe 2, Series B 50 x 25,4 x 2 (anciennement DIN 2093)

Durée de vie de la rondelle

Charge statique

Une charge statique est définie comme étant le fait d'appliquer une charge constante ou une charge changeant à des intervalles de temps relativement longs, ne dépassant pas les 10 000 cycles dans la vie du produit. Pour les applications statiques, la plus forte contrainte calculée à mi-hauteur de la surface supérieure de la rondelle ressort est essentielle. (Indiqué par le Point 0 sur la *Figure 2*.) À ce point, la plus forte contrainte calculée ne devrait pas dépasser la résistance à la traction approximative du matériau (1400-1600 N/mm²) lorsque la rondelle est en position plate. Des rondelles ressort standard peuvent être utilisées dans des conditions de charge statique sans qu'il soit nécessaire d'effectuer des calculs théoriques si la déflexion reste inférieure à 75% de la déflexion totale.

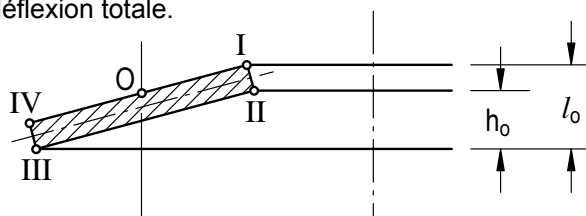


Figure 2

Charge dynamique

Les rondelles ressort à charge dynamique peuvent être scindées en deux catégories générales :

1. résistance à la fatigue limitée où les rondelles ressort atteignent de 10 000 à 2 000 000 cycles
2. résistance à la fatigue élevée où les rondelles ressort peuvent supporter plus de 2 000 000 cycles

Des procédés tels que le grenailage peuvent être utilisés pour augmenter la résistance à la fatigue des rondelles ressort. Le grenailage engendre des contraintes de compression positives sur la surface de la rondelle, réduisant la propagation de fissures.

Une contrainte résiduelle de traction liée à la fabrication apparaît sur le bord supérieur du diamètre intérieur de la rondelle, indiqué comme Point I sur la *Figure 2* :



Lors de l'opération, cette contrainte de traction se transforme en contrainte de compression. Cette inversion du type de contrainte réduit radicalement la résistance à la fatigue. Maintenir la rondelle ressort sous une pré-charge constante de minimum 15% de déflexion élimine ces inversions de contraintes et augmente la durée de vie de la rondelle ressort.

L'importance de la pré-charge et de la charge finale

Pré-charge

Le chargement initial de la rondelle ressort remplit deux objectifs :

1. Sur les rondelles ressort non chargées, la contrainte résiduelle de traction liée à la fabrication se produit au Point I indiqué sur la Figure 2. Le préchargement de la rondelle change la contrainte de traction du Point I en une contrainte de compression. Le fait de maintenir la partie supérieure de la rondelle sous une contrainte de compression réduit le risque de propagation de fissure. Les changements de contraintes de traction à contrainte de compression limitent fortement la résistance à la fatigue de la rondelle ressort. La rondelle ressort doit être soumise à une pré-charge d'au moins 15% de la déflexion totale pour éliminer la contrainte de traction.

2. La rondelle ressort est mise en place lorsque la force initiale appliquée est uniformément répartie sur la périphérie de la rondelle ressort. Les rondelles ressort ne sont pas totalement symétriques, il y a donc une légère augmentation de la force lorsqu'elles sont mises en place avec une pré-charge. Bien que cette augmentation de la force puisse être anticipée, elle n'est pas prise en compte dans les calculs force/déflexion.

Charge finale

Une charge finale croissante augmente les contraintes sur la rondelle ressort, ce qui diminue la résistance à la fatigue. Comme pour tout composant structurel, moins de déflexion signifie moins de contraintes et une durée de vie plus longue. Charger la rondelle ressort à plus de 75% de la déflexion totale amène la rondelle au-delà de la partie linéaire de la courbe de performances (Figure 1), et les contraintes peuvent augmenter de façon non linéaire conduisant à une chute rapide de la résistance à la fatigue. Moins il y a d'exigences relatives de conception pour atteindre la charge finale, plus la résistance à la fatigue est grande.

Une diminution de la déflexion de la rondelle ressort augmente la résistance à la fatigue. Si une course plus longue est requise, les rondelles ressort peuvent être empilées pour fournir plus de déflexion sans accroître les contraintes sur chacune des rondelles ce qui augmente la résistance à la fatigue.

Résumé

La plage de déflexion de la rondelle ressort détermine sa prévisibilité et son endurance.

Dans le cas de charges statiques, le calcul théorique des contraintes n'est pas nécessaire tant que la déflexion ne dépasse pas 75% de la déflexion totale de la rondelle. Des déflexions plus élevées provoquent davantage de contraintes qui conduiront à une chute de la force du ressort. Comprendre comment la plage de déflexion influe sur la durée de vie des rondelles ressort est un élément essentiel pour déterminer la résistance à la fatigue.

Les conseils offerts dans ce document sont généraux. Il est donc recommandé de consulter des ingénieurs d'applications spécialisés dans la conception de rondelles ressort afin de s'assurer que les exigences en termes de performances sont remplies pour chaque montage spécifique.





Merci de consulter le site www.SPIROL.com pour obtenir les spécifications et gammes standard actualisées.

Les ingénieurs d'application **SPIROL** vont revoir les besoins de votre application et travailler avec votre équipe afin de vous recommander la meilleure solution. Pour commencer le processus d'évaluation de votre application, sélectionnez notre portail **Optimisation d'application d'ingénierie** sur www.SPIROL.com

Centres Techniques

Europe SPIROL SAS

Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, France
Tel. +33 (0)3 26 36 31 42
Fax. +33 (0)3 26 09 19 76

SPIROL Royaume-Uni

17 Princewood Road
Corby, Northants NN17 4ET
Royaume-Uni
Tel. +44 (0) 1536 444800
Fax. +44 (0) 1536 203415

SPIROL Allemagne

Ottostr. 4
80333 Munich, Allemagne
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 71
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 72

SPIROL Espagne

08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona, Espagne
Tel. +34 93 669 31 78
Fax. +34 93 193 25 43

SPIROL République Tchèque

Sokola Tůmy 743/16
Ostrava-Mariánské Hory 70900,
République Tchèque
Tel/Fax. +420 417 537 979

SPIROL Pologne

ul. Solec 38 lok. 10
00-394, Warszawa, Pologne
Tel. +48 510 039 345

Amériques SPIROL International Corporation

30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239 Etats-Unis
Tel. +1 (1) 860 774 8571
Fax. +1 (1) 860 774 2048

SPIROL division cales

321 Remington Road
Stow, Ohio 44224 Etats-Unis
Tel. +1 (1) 330 920 3655
Fax. +1 (1) 330 920 3659

SPIROL Canada

3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1 Canada
Tel. +1 (1) 519 974 3334
Fax. +1 (1) 519 974 6550

SPIROL Mexique

Avenida Avante #250
Parque Industrial Avante Apodaca
Apodaca, N.L. 66607 Mexico
Tel. +52 (01) 81 8385 4390
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

SPIROL Brésil

Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brésil
Tel. +55 (0) 19 3936 2701
Fax. +55 (0) 19 3936 7121

Asie Pacifique SPIROL Asie

1st Floor, Building 22, Plot D9, District D
No. 122 HeDan Road
Wai Gao Qiao Free Trade Zone
Shanghai, Chine 200131
Tel. +86 (0) 21 5046 1451
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

SPIROL Corée

160-5 Seokchon-Dong
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Corée
Tel. +86 (0) 21 5046-1451
Fax. +86 (0) 21 5046-1540

email: info-fr@spirol.com

SPIROL.com